

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of	Allowed: November 3, 2008
Ulrich KLEBE	Conf. 8812
Application No. 10/576,013	Group 3751
Filed: April 17, 2006	Examiner: Jason NIESZ

METHOD FOR FILLING A PRESSURE VESSEL WITH GAS

LETTER CONFIRMING CLAIM FOR FOREIGN PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents	November 5, 2008
P.O. Box 1450	
Alexandria, VA 22313-1450	

Sir:

Receipt of the Notice of Allowability, dated November 3, 2008, is acknowledged. The Notice indicates that the priority document has not yet been received. Enclosed herewith please find a copy of the German priority document which evidences that the priority document for International application PCT/EP2004/052560, namely: Germany 103 49 108.2 was filed 17 October 2003.

In view of the above and the mandates of the Patent Corporation Treaty, it is respectfully submitted that it is incumbent upon the United States Elected Office to ensure that a copy of such foreign priority document is present in the instant national stage application (Serial No. 10/576,013) before proceeding to issue and the same is respectfully requested.

However, in order to expedite patenting of this application, a copy of the German priority document is enclosed.

Respectfully submitted,

YOUNG & THOMPSON

Benoit Castel

Benoit Castel, Reg. No. 35,041
745 South 23rd Street
Arlington, VA 22202
Telephone (703) 521-2297
Telefax (703) 685-0573
(703) 979-4709

BC/11b

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung DE 103 49 108.2 über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 49 108.2

Anmeldetag: 17. Oktober 2003

Anmelder/Inhaber: Messer Griesheim GmbH, 65933 Frankfurt/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Gasbefüllung von Druckgefäßen
von Airbag-Systemen

IPC: F 17 C 5/06

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 1. September 2006
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Kahle



A 9161
03/00
EDV-L

Verfahren zur Gasbefüllung von Druckgefäßen von Airbag-Systemen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gasbefüllung von Druckgefäßen von Airbag-Systemen.

Bei Airbags in Fahrzeugen kommen verstärkt neue Gasgeneratoren zum Einsatz, die den Luftsack bei einem Unfall in wenigen Millisekunden aufblasen. Zur Zeit werden drei Typen von Gasgeneratoren eingesetzt:

- Chemische Generatoren, bei denen das Gas durch die Reaktion eines chemischen Feststoffes mit der Umgebungsluft erzeugt wird;
- So genannte Hybridgeneratoren, die aus einer Kombination von Festbrennstoff und Druckgaspackung bestehen und
- reine Gasgeneratoren mit einem Hochdruck-Gasspeichersystem bei Drücken bis zu 700 Bar bei 15 ° C.

Die Gasgeneratoren, die mit verschiedenen Gasen gefüllt sind, werfen bei der Herstellung enorme technische Probleme auf, sowohl bei deren Herstellung als auch bei der Befüllung mit Drücken bis zu 1000 Bar. Diese Drucke werden insbes. bei schneller Befüllung auf Grund der Kompressionswärme erforderlich, um die genau vorgegebenen Gasmassen einzufüllen. Diese sind für die spätere Aufblascharakteristik des Airbags von entscheidender Bedeutung.

Als Gase kommen z.B. zum Einsatz Argon, Sauerstoff, Stickstoff, Distickstoffmonoxid (Lachgas), sowohl als Reinstgase als auch als Gasgemische aus diesen Komponenten.

Bei gasgefüllten Gasgeneratoren wird gefordert:

1. Fülldrucke bis 1000 bar ($P(T)$) für höhere Speicherdichte bzw. kompaktere Baumaße
2. Genaue und Exakte Füllmengenbestimmung bei hohen Drücken
3. Schnelle Befüllung, da diese die Taktzeiten bestimmt
4. Der Vorgang muß in hohem Maße reproduzierbar sein

Um die sehr hohen Drucke zu erzeugen sind sehr teure und aufwendige Kolben- oder Membranverdichter erforderlich. Dies führt zu hohen Invest-Kosten, hohen Betriebs- und Wartungskosten. Zusätzlich wird eine für diese Drucke entsprechend aufwendige und teure nachgeschaltete Gasversorgung erforderlich.

Mit zunehmenden Drucken steigt auf Grund der Kompressionswärme und der ungleichen Temperaturverteilung im Druckbehälter die Ungenauigkeit der exakten Füllmengenbestimmung, die aber für die spätere definierte Funktionsweise des Generators zwingend erforderlich ist.

Mit zunehmenden Drucken wird es technisch schwieriger und aufwendiger schnelle Füllzeiten zu erreichen. Es besteht der direkte Zusammenhang zwischen Füllzeit und der Erwärmung während des Füllvorgangs. D.h. je schneller gefüllt wird um so mehr steigt die Gastemperatur. Dies hat zur Folge, dass der Fülldruck noch weiter erhöht werden muß um bei 15 °C oder einer anderen definierten Temperatur die exakte Menge Gas einzufüllen.

Die Reproduzierbarkeit wird aus den genannten Gründen schwieriger, oder bedeutet aufwendige QS-Maßnahmen, wie z.B. das Wiegen der gefüllten Behälter zur exakten Füllmengenbestimmung. Gleichzeitig ist eine stark steigende Ausschussrate bei höheren Drucken zu erwarten. Dies wiederum führt zu geringerer Wirtschaftlichkeit des ganzen Prozesses und damit zu höheren Herstellkosten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein alternatives Verfahren für die Hochdruck-Gasbefüllung von Druckgefäßen in Airbag-Gasgeneratoren zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Das Verfahren zum Befüllen eines Druckgefäßes in einem Airbag-System mit einem Gas oder Gasgemisch ist gekennzeichnet durch die Befüllung des Druckgefäßes mit mindestens einem Gas bei einer Temperatur oberhalb der Siedetemperatur des Gases in der Kälte, Verschließen des Druckgefäßes in der Kälte und durch Herstellung eines Druckes im befüllten und verschlossenen Druckgefäß durch Erwärmung.

Das Druckgefäß entspricht beispielsweise einem Druckgefäß in üblichen Gasgeneratoren für Airbag-Systeme.

- 5 Das Druckgefäß ist in der Regel ein Teil eines Gasgenerators eines Airbag-Systems. Das Druckgefäß ist beispielsweise auch ein selbständiges Teil wie eine Druckpatrone, ein Kleinstdruckgasbehälter oder kleinerer Druckgasbehälter. Das Druckgefäß ist vorzugsweise ein kryotaugliches Druckgasgefäß, das den durch die tiefkalte Befüllung ausgelösten, abrupten, lokalen Temperaturänderungen zwischen
10 der Umgebungstemperatur und der Fülltemperatur, beispielsweise bis $-250\text{ }^{\circ}\text{C}$, standhält und das eingefüllte Gas nach der Temperaturerhöhung bei den resultierenden Speicherdrücken sicher umschließt. Geeignete Werkstoffe für die Druckgefäße sind z.B. die standardisierten, metastabilen austenitischen CrNi-Stähle, insbesondere die Typen 1.4301, 1.4307, 1.4306, 1.4541.

- 15 Bei dem Verfahren wird das Druckgefäß, z.B. eine zu befüllende Kammer in einem Gasgenerator eines Airbag-Systems, mit einer Druckgasquelle für das Füllgas verbunden. In der Regel erfolgt dies über eine Gasleitung. Die Druckgasquelle ist beispielsweise ein Druckgasbehälter, insbesondere eine Druckgasflasche, oder eine
20 Hochdruckgasversorgung. Nach Verbindung der Füllkammer mit der Druckgasquelle werden die Wände der zu befüllenden Kammer, des Druckgefäßes, auf die Befülltemperatur abgekühlt. Die Befülltemperatur liegt in der Regel unter $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, vorzugsweise unter minus $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ und besonders bevorzugt unter minus $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, insbesondere bei einer Temperatur unter minus $150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vorteilhaft ist eine Befüllung
25 bei der Temperatur von kälteverflüssigtem Wasserstoff ($-253\text{ }^{\circ}\text{C}$), kälteverflüssigtem Stickstoff ($-196\text{ }^{\circ}\text{C}$), kälteverflüssigtem Sauerstoff ($-183\text{ }^{\circ}\text{C}$), kälteverflüssigtem Argon ($-186\text{ }^{\circ}\text{C}$) oder Trockeneis ($-78,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), je nach Art des Füllgases und des gewünschten, zu erzeugenden Fülldruckes. Die Kühlung des Druckgefäßes erfolgt bevorzugt bei einer konstanten Temperatur. Die Kühlung erfolgt z.B. mittels eines
30 Kältebades oder Tauchbades mit einer Kühflüssigkeit (z.B. tiefkalt verflüssigte Gase), eines Kühlblocks (z.B. gekühlter Metallblock), eines kalten Gases (z.B. Einsatz eines Gastunnels), kalten Feststoffteilchen (z.B. gekühlte Metallkugeln, Trockeneisteilchen), einem kalten Feststoff (z.B. Trockeneis) oder einer thermostatisierbaren Kühleinrichtung.

Beispielsweise erfolgt die Kühlung in einem Tauchbad mit einem Kältemittel wie kälteverflüssigtem Stickstoff (LN₂). Ein Kältebad mit einem tiefkalt verflüssigten Gas oder Trockeneis bietet den Vorteil der Kältekonstanz.

- 5 Besonders vorteilhaft ist die Verwendung eines tiefkalt verflüssigten Gases (z. B. LN₂) als Kältemittel in einem Kältebad:

- Am Siedepunkt ist die Temperatur nur vom Druck abhängig, also z. B. bei konstantem Umgebungsdruck exakt definiert.
- Durch den guten Wärmeübergang in der siedenden Flüssigkeit wird der Behälter schnell bis zur Innenoberfläche auf ebenfalls exakt die Siedetemperatur gebracht.
- Der Fülldruck zur Erzielung der erforderlichen Füllmenge wird gegenüber einem konventionellen Füllverfahren drastisch abgesenkt, z. B. auf 20 – 25%, d.h. um den Faktor 4 bis 5.

15

Das zu speichernde Gas oder Gasgemisch gelangt vorteilhaft im tiefkalten, gasförmigen Zustand (z.B. durch Kühlung im Druckgefäß oder durch Kühlung vor dem Druckgefäß) in das Druckgefäß. Das Druckgefäß ist vor der Befüllung vorteilhaft evakuiert. Zur Befüllung wird eine Verbindung zwischen dem gekühlten Druckgefäß und der ungekühlten Druckgasquelle hergestellt ein bestimmter Druck eingestellt. Die Druckgasquelle (z.B. eine Druckgasquelle mit dem Gas oder Gasgemisch) weist in der Regel eine Temperatur im Bereich von 0 °C und 100 °C auf. Die Druckgasquelle hat z.B. Umgebungstemperatur, insbesondere Raumtemperatur (15 bis 30 °C). Bei der Befüllung des Druckgefäßes unterscheidet sich die Temperatur von Druckgefäß und Druckgasquelle vorzugsweise um mindestens 50 °C, besonders bevorzugt um mindestens 100 °C, insbesondere um mindestens 150 °C. Die Temperatur des Gases oder Gasgemisches in Druckgefäß und Druckgasquelle unterscheidet sich vorzugsweise um mindestens 50 °C, besonders bevorzugt um mindestens 100 °C, insbesondere um mindestens 150 °C.

30

Der eingestellte oder bestehende Druck, das ist der Druck im gekühlten Druckgefäß (primärer Fülldruck), liegt im allgemeinen im Bereich von über 1 bar bis 400 bar absolut, vorzugsweise im Bereich von 10 bar bis 300 bar absolut, besonders bevorzugt im Bereich von 50 bar bis 150 bar absolut, insbesondere im Bereich von 70 bar bis 100 bar absolut.

35

Die Befülltemperatur (Kühltemperatur) des Druckgefäßes wird vorzugsweise so gewählt, dass die Befülltemperatur über dem Siedepunkt des eingefüllten Gases oder dem Siedepunkt der höchstsiedenden Gaskomponente des eingefüllten Gasgemisches liegt, damit keine Kondensation des Gases in dem Druckgefäß erfolgt. Dies erlaubt eine manometrische Kontrolle der Befüllung und eine manometrische Bestimmung der Füllmenge.

Nach der Befüllung des gekühlten Druckbehälters wird dieser verschlossen und es folgt eine Erwärmung des Druckbehälters mit dem eingefüllten Gas. In der Regel wird auf die spätere Gebrauchstemperatur (Umgebungstemperatur oder Raumtemperatur) erwärmt. Die Erwärmung erfolgt beispielsweise durch Entfernung der Kühlquelle (z.B. durch Entnahme des gefüllten Druckbehälters aus einem Kältebad). Die Erwärmung auf Umgebungstemperatur erfolgt also beispielsweise durch Wärmeaustausch mit der Umgebung. Die Erwärmung wird alternativ auch durch aktive Beheizung bewirkt.

Der End-Fülldruck oder sekundäre Fülldruck (Gleichgewichtsdruck) stellt sich nach der Erwärmung auf die gewünschte Temperatur, in der Regel die Umgebungstemperatur, ein. Der End-Fülldruck ist durch die eingefüllte Gasmenge bestimmt.

Vorzugsweise wird ein permanentes Gas mit einer Siedetemperatur von höchstens minus 100°C oder ein Gasgemisch mit Gaskomponenten mit einer Siedetemperatur von höchstens minus 100°C, z.B. die Gase oder die Gaskomponenten Helium (He), Wasserstoff (H₂), Stickstoff (N₂), Sauerstoff (O₂) oder Argon (Ar). Besonders interessant sind Druckgefäße oder Gasgeneratoren mit einer reinen Helium Füllung. Helium hat einen positiven Joule Thomson Koeffizienten. Das bedeutet, dass dieses Gas bei der schnellen Entspannung nicht abkühlt.

In Tabelle 1 werden beispielhaft geeignete Fülltemperaturen für verschiedene Füllgase aufgeführt.

Tabelle 1: Beispiele von Gasen und Fülltemperaturen

Gas oder Gasgemisch	Fülltemperatur / °C; Kältemittel (kälteverflüssigte Gase)			
Helium	-253 °C; fl. H ₂	-196 °C; fl. N ₂	-186 °C; fl. Ar	-183 °C; fl. O ₂
Wasserstoff		-196 °C; fl. N ₂	-186 °C; fl. Ar	-183 °C; fl. O ₂
Stickstoff			-186 °C; fl. Ar	-183 °C; fl. O ₂
Argon				-183 °C; fl. O ₂
Sauerstoff	größer als -183 °C, z.B. -78,5 °C (Trockeneiskühlung)			
Ar/He/ O ₂ , 77:3:20 Vol.-%	größer als -183 °C, z.B. -78,5 °C (Trockeneiskühlung)			
N ₂ /He/ O ₂ , 77:3:20 Vol.-%	größer als -183 °C, z.B. -78,5 °C (Trockeneiskühlung)			
N ₂ /He, 97:3 Vol.-%	-186 °C; fl. Ar oder -183 °C; fl. O ₂			

Je nachdem, wie groß die zugeführte Gasmenge ist, können so ohne größeren technischen und energetischen Aufwand sehr hohe Speicherdrücke, insbesondere auch solche über 300 bar realisiert werden.

Die Vorteile des Verfahrens:

- Die Befüllung kann mit wesentlich niedrigeren Arbeitsdrücken erfolgen.
- Keine Höchstdruckkompressoren erforderlich, Standardkomponenten sind einsetzbar.
 - Entsprechend wirtschaftlicher, geringere Wartungs- und Betriebskosten
- Reproduzierbar und exakt.
- Geringer Ausschuss.
- Hoher Wirkungsgrad z.B. bei Helium, geringe Verluste
 - Entsprechend wirtschaftlicher
- Weniger aufwendige Qualitätssicherung, sogar kompletter Wegfall möglich.
- Der Prozess ist schnell und in hohem Maß automatisierbar.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnung erläutert.

Fig. 1 zeigt ein stark vereinfachtes Schema einer Füllereinrichtung für Druckgefäße.
Fig. 2 zeigt schematisch und als Beispiel die verschiedenen Stufen eines Füllprozesses für Druckgefäße.

- 5 Die Füllereinrichtung in Fig. 1 weist ein zu befüllendes Druckgefäß 1, eine Druckgasquelle 2, z.B. eine Druckgasflasche (Fülldruck z.B. 300 bar) mit Helium oder Wasserstoff mit Absperrventil und Druckminderer, eine Gasverbindungsleitung 3 und ein Kältebad 4 mit einem tiefkalt verflüssigten Gas wie Flüssigstickstoff als Kältemittel auf. Das Druckgefäß 1 ist z.B. Teil eines Gasgenerators eines Airbag-
10 Systems oder eine Gaspatrone.

Nach Eintauchen des Druckgefäßes 1 in das Kältebad 4 wird das zu füllende Gas aus der Druckgasquelle 2 in das Druckgefäß 1 durch Einstellung eines gewünschten Druckes (z.B. 90 bar absolut; eingestellt am Druckminderer der Druckgasflasche) gefüllt. Das Gas, z. B. Helium oder Wasserstoff, nehmen hierbei schnell die Temperatur der Oberfläche und damit der Siedetemperatur des Kältemittels an. Das Gas wird im Druckgefäß 1 auf die Temperatur des Kältebades abgekühlt. Die Siedetemperatur des Gases liegt unter der Temperatur des Kältebades, so dass keine Kondensation des Gases im Druckgefäß 1 eintritt. Es stellt sich eine der
20 Temperatur entsprechende Dichte ein, die wesentlich höher ist als bei Raumtemperatur. Die erforderliche Füllmasse des Gases lässt sich bei der konstanten Temperatur des Kältebades einfach über den Fülldruck exakt und reproduzierbar einstellen. Anschließend wird das Druckgefäß 1 mit geeigneten Mitteln unter Druck verschlossen. Der Verschluss des Druckgefäßes 1 erfolgt z.B. am
25 Füllrohr (Gaszuleitung 3), das direkt nach dem Temperatúrausgleich bei der Fülltemperatur zugequetscht und/oder zugeschweißt wird. Anschließend wird der Behälter aus dem Kältebad entnommen und erwärmt.
Man erzeugt über die Temperaturerhöhung (Erwärmung) eine Druckerhöhung (bei Helium ca. 3,7-fach, bei H_2 ca. 5-fach für einen Temperaturanstieg von 77 auf 288 K). Es lassen sich z.B. Fülldrücke von 700 bar oder 1000 bar (bei Raumtemperatur) erzeugen.

In Fig. 2 werden Schritte bei der Gasbefüllung von Druckgefäßen 1 dargestellt. Das Druckgefäß wird während der Befüllung mit der Druckgasquelle 2 (nicht gezeigt)

verbunden. Die Verbindung erfolgt über einen Anschluß der Füllleitung am Absperrventil 5.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Befüllen eines Druckgefäßes in Airbag-Systemen mit einem Gas
5 oder Gasgemisch durch die Befüllung des Druckgefäßes mit mindestens einem Gas bei einer Temperatur oberhalb der Siedetemperatur des Gases in der Kälte, Verschließen des Druckgefäßes in der Kälte und durch Herstellung eines Druckes im befüllten und verschlossenen Druckgefäß durch Erwärmung.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Druck von mehr als 300 bar im befüllten Druckgefäß durch Erwärmung des Gases oder Gasgemisches erzeugt wird.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Erwärmung des Gases durch aktive Beheizung oder durch Temperaturengleich auf Raumtemperatur, Umgebungtemperatur oder eine Temperatur oberhalb von 0 °C erfolgt.
- 20 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein reines Gas mit einer Siedetemperatur von weniger als minus 50 °C oder ein Gasgemisch, dessen höchstsiedende Gaskomponente eine Siedetemperatur von weniger als minus 50 °C aufweist, zur Befüllung eingesetzt wird.
- 25 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Befüllung des Druckgefäßes bei einer Kälte von mindestens minus 50 °C oder weniger erfolgt.
- 30 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Befüllung des Druckgefäßes bei konstanter oder im wesentlichen konstanter Temperatur erfolgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Befüllung des Druckgefäßes ein gekühltes Druckgefäß eingesetzt wird, wobei die Kühlung mittels eines Kältebades, eines Kühlblocks, eines kalten Gases,
35 kalten Feststoffteilchen oder einer thermostatisierbaren Kühleinrichtung erfolgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestimmung und Kontrolle der Füllmenge bei der Befüllung manometrisch erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Befüllung des Druckgefäßes das Druckgefäß mit einer Druckgasquelle verbunden ist, wobei die Druckgasquelle eine Temperatur aufweist, die über der Temperatur des Druckgefäßes liegt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Befüllung des Druckgefäßes das Druckgefäß mit einer Druckgasquelle verbunden ist und sich die Temperatur von Druckgefäß und Druckgasquelle um mindestens 50 °C unterscheiden und/oder sich die Temperatur des Gases oder Gasgemisches in Druckgefäß und Druckgasquelle um mindestens 50 °C unterscheiden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Druckgefäß mit einem Gasgemisch befüllt wird durch Befüllung mit einem vorgefertigten Gasgemisch oder durch aufeinander folgende Befüllung mit den Gaskomponenten des herzustellenden Gasgemisches.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Befüllung des Druckgefäßes mit einem Gas oder Gasgemisch unter Druck erfolgt.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Befüllung des Druckgefäßes bei einem Druck von mindestens 10 bar absolut erfolgt.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Befüllung des Druckgefäßes bei einem Druck im Bereich von 50 bis 400 bar absolut erfolgt.
15. Verwendung eines Gases oder Gasgemisches mit einer Siedetemperatur bei Normaldruck von weniger als minus 200 °C für die Befüllung von Druckgefäßen von Airbag-Systemen.
16. Verwendung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass ein Gas oder Gasgemisch mit mindestens 50 Volumenprozent Wasserstoff oder Helium eingesetzt wird.

Zusammenfassung

Das Verfahren zum Befüllen eines Druckgefäßes in Airbag-Systemen mit einem Gas oder Gasgemisch ist gekennzeichnet durch die Befüllung des Druckgefäßes mit mindestens einem Gas bei einer Temperatur oberhalb der Siedetemperatur des Gases in der Kälte, Verschließen des Druckgefäßes in der Kälte und durch Herstellung eines Druckes im befüllten und verschlossenen Druckgefäß durch Erwärmung auf Umgebungstemperatur.

1/2

Fig. 1

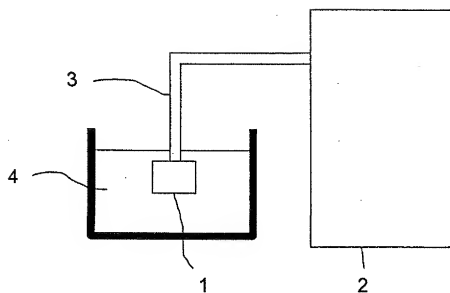


Fig. 2

